



POLITICAS ECONOMICAS Y PRODUCTIVIDAD

DESARROLLO DEL RIEGO EN CIUDADES SECUNDARIAS

Número de Contrato: 522-C-00-00-00203-00
Sometido a: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo
Internacional (USAID/Honduras)
Preparado por: Rafael Rojas

Tegucigalpa, Octubre 2000

El Proyecto PEP es una iniciativa de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), contrato No. 522-C-00-00-00203-00, ejecutado por Chemonics International con la participación de Management Systems International Inc. (MSI); J.E. Austin and Associates (JAA); International Management and Communications Corporation (IMCC); y la Fundación para la Inversión y el Desarrollo de las Exportaciones(FIDE).

Proyecto: Políticas Económicas y Productividad (PEP)
Nombre del Informe: **Desarrollo del Riego en Ciudades Secundarias**
No. del Contrato: 522-C-00-00-00203-00
No. del Proyecto: 522-0395
Presentado por: PEP Project Chemonics International Inc., Edificio PALIC, Tercer Piso,
Avenida República de Chile, Colonia Palmira, Tegucigalpa, Honduras
Telefono: 504-239-3439 Fax: 504-239-4188
Contacto: Christian Kolar, Project Manager
Correo Electrónico: ckolar@chemonics.net

TABLA DE CONTENIDOS

SECCION I	ASPECTOS GENERALES	1
	A. Estado Actual de la Agricultura de Riego en el Area del Proyecto	1
	B. Problemática de la Agricultura de Riego	1
	C. Problemática Socio-Económica	1
	D. Experiencia en Riego	3
	E. Problemática de la Información	3
SECCION II	NECESIDAD DE RIEGO	4
	A. Fuentes de Agua	4
	B. Desarrollo de las Fuentes de Agua	10
SECCION III	RESUMEN DE PROBLEMÁTICA DE RIEGO DEL AGUA	15
	A. Políticas Actuales	15
SECCION IV	TIPOS DE PROYECTOS DE RIEGO	17
	A. Micro Sistemas de Riego	17
	B. Mini Sistemas de Riego	17
	C. Pequeños Sistemas de Riego	18
SECCION V	PROPUESTAS	23
	A. Fase a Corto Plazo	23
	B. Fase a Mediano Plazo	24
	C. Fase Pequeños y Medianos Sistemas de Riego	25
SECCION VI	RECOMENDACIONES GENERALES	28
	A. Micro Sistemas	28
	B. Mini Sistemas	28
	C. Pequeños y Medianos Sistemas de Riego	29
ANEXO A	INFORMACION HIDROCLIMATICA	30
ANEXO B	FOTOGRAFIAS	38
ANEXO C	CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO DE MICRO SISTEMAS	45

SECCION I

Aspectos Generales

Las características climáticas y la distribución de la precipitación de la mayoría de las áreas agrícolas del área de estudio sólo permiten un cultivo de secano y otro, a salida de lluvias, con grandes riesgos de fracaso por la incertidumbre de ocurrencia de las lluvias. Esta realidad condiciona que la agricultura durante los meses más secos del año, de noviembre a abril, tiene que ser bajo riego.

A. Estado Actual de la Agricultura de Riego en el Area del Proyecto

A pesar de las grandes deficiencias hídricas del área, el desarrollo de la agricultura bajo riego ha sido muy reducido, siendo que el primer gran esfuerzo en ese sentido lo fue el sistema de riego de Flores, terminado en los años sesenta, el cual es el mayor del país, construido por el estado. Existen varios pequeños sistemas de riego construidos por el estado y otros donados por instituciones extranjeras. En todos esos sistemas hay problemas de operación y mantenimiento.

Las mayores áreas irrigadas son aquellas dedicadas a cultivos de exportación, entre ellos el melón y la sandía. En algunos casos, una empresa riega mayor área que la de sistemas tales como el de Flores.

B. Problemática de la Agricultura de Riego

La agricultura en general y la de riego en particular tienen muchos problemas que limitan su expansión. Desde hace algún tiempo se ha determinado y demostrado que el área posee buen potencial agrícola, sin embargo éste se ve limitado por la irregularidad de las precipitaciones y por el fuerte verano que no permite plantaciones seguras. Lo anterior conlleva a incertidumbre y gran riesgo de los productores. En el área se han establecidos varias compañías que siembran cultivos de exportación, tales como melón y sandía.

C. Problemática Socio-Económica

Los resultados de los talleres FODA, así como las conversaciones realizadas en las visitas al área indican que la agricultura en general y la agricultura irrigada en particular tienen algunas limitaciones tales como: a) Financiamiento, b) Mercado, c) Asistencia Técnica, d) Cultura de riego, e) Costos de la energía y f) Expectativas de ayuda.

C1. Financiamiento

La falta de financiamiento ha sido un clamor de los productores agrícolas, en particular los pequeños productores que no tienen acceso al crédito. El financiamiento es escaso

tanto para inversiones en riego como para la implantación de los cultivos, Esta limitación incide en la calidad y eficiencia de la infraestructura de riego así como en la utilización de insumos.

C2. Mercado, Transporte y Comercialización

La incertidumbre de un mercado seguro y que remunere bien a los productores, la carencia de buenas vías de comunicación y la falta de una política adecuada de comercialización, afecta negativamente la producción agrícola. Siendo los cultivos de riego de un alto valor y a su vez perecederos, esos tres factores afectan fuertemente la producción. Por otro lado la falta de agroindustrias para cultivos como el tomate y algunas hortalizas empeora la situación.

C3. Asistencia Técnica

El riego requiere de una asistencia técnica muy especializada tanto para el manejo del mismo como para los productos a ser regados, la mayoría de ellos recientemente introducidos en el área. La privatización de la asistencia técnica es una buena idea, sin embargo es necesario que el Estado subsidie la misma al inicio de cualquier programa de riego.

C4. Cultura de Riego

Existe poca experiencia de riego entre los pequeños productores, los cuales han sido expuestos a tecnologías muy modernas, como el riego por goteo, sin pasar por las etapas previas de superficie y aspersion. Esto crea falsas expectativas entre los productores los cuales podrían frustrarse cuando comprueben los costos reales de esos sistemas. Es necesario la instalación de fincas piloto de riego para demostrar a los productores los diferentes métodos de riegos y las técnicas para la operación y manejo de los mismos.

C5. Costos de la Energía

Las características de las fuentes de agua y los métodos de riego utilizados implican la utilización del bombeo en la mayoría de los casos. Esta circunstancia condiciona la utilización de energía la cual es costosa en la mayoría de los casos. Es necesario buscar alternativas para minimizar el costo de la energía.

C6. Expectativas de Ayuda

En muchas áreas, donde ha habido proyectos de ayuda externa, los agricultores esperan ser ayudados por alguien. Esta tendencia es negativa para aquellos proyectos que tienen que ser financiados ya que los productores esperan que los mismos sean donados. Se ha observado en otras áreas (Cholulteca, Nacaome, Comayagua) que aquellos sistemas de riego donados por alguna institución, fracasan cuando ésta se retira de los mismos.

D. Experiencia en Riego

En el área hay poca experiencia de riego. En nuestra visita sólo alcanzamos ver pequeños sistemas dedicados a la siembra del tomate. Se observó que los productores prefieren el riego por goteo para este cultivo, lo cual, por las características agronómicas del mismo parece adecuado. Esta circunstancia refuerza lo dicho anteriormente en el sentido de crear fincas demostrativas.

E. Problemática de la Información

Para un buen diseño y operación de sistemas de riego, es necesario contar con buena información básica. Por otra parte la información es necesaria para priorizar las áreas de acción. La toma de decisiones sobre la fuente de agua, energía, métodos de riego y tamaño de los sistemas de riego requiere de buena información básica. Son muchos los sistemas de riego que han fracasado por subestimar la importancia de la información.

En el área se tiene poca información de caudales, sólo existiendo registros en aquellos lugares en donde se tiene planificado construir centrales hidroeléctricas. Del mismo modo, la información climatológica es escasa o por lo menos poco disponible. Es necesario instalar estaciones climatológicas y de medición de caudales en la mayoría de los sitios con potencial para riego. A respecto de la información, es necesario la creación de bases de datos de aguas superficiales, aguas subterráneas, clima y suelos.

SECCION II

Necesidad de Riego

La variabilidad de la precipitación, tanto anual como interanual condiciona la utilización del riego para un uso intensivo de la tierra. Por otro lado la existencia de ventanas de exportación que coinciden con la época seca determina que para poder producir para esos mercados es necesario regar. En la actualidad existen muchos empresarios que utilizan el riego en plantaciones de melón y de sandía y otros rubros de menor importancia como el tomate y el chile. Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran la distribución de frecuencia de las precipitaciones, para el valle de Jamastrán, indicando que entre los meses de diciembre a abril hay casi un 100% de probabilidad de que las lluvias sean menores a 25 mm. Indicando la necesidad de riego.

Las demandas unitarias de riego, para un cultivo como el melón, están en el orden de 1.0 lps/ha para riego por aspersion en la época pico y de unos 0.5 para el inicio del verano. El Cuadro 2.1 muestra los requerimientos de riego para las épocas de siembra más comunes dentro del área. Esto muestra que con las disponibilidades de agua existentes sólo se pueden regar pequeñas áreas.

A. Fuentes de Agua

La fuente de agua más abundante lo constituyen los diversos ríos que cruzan el área y las aguas subterráneas. Las aguas superficiales están convenientemente localizadas dentro del área, sin embargo son insuficientes durante el período de estiaje, cuando son más necesarias. Las características del relieve, los suelos y el régimen de las lluvias de las cuencas captadoras, condiciona que durante el período lluvioso gran parte de la precipitación escurra como flujo rápido. La lluvia infiltrada percola hacia estratos profundos que recargan los acuíferos profundos los cuales alimentan el flujo de estiaje de los grandes ríos, de esa manera, las cuencas altas tienen rendimientos de estiaje menores que las cuencas bajas, ello lo demuestra la Figura 2.3 en la cual se observa los rendimientos, en caudales mínimos por unidad de área. Lo anterior limita la cantidad de agua disponible en las áreas altas en donde sólo pueden ser utilizados pequeños caudales. De esa manera, las áreas altas sólo pueden ser regadas utilizando almacenamiento en las cuencas altas y en menor grado las aguas subterráneas en las cercanías de los cauces naturales.

Las visitas realizadas permitieron constatar la existencia de numerosos pozos de poca profundidad lo cual indica la existencia de aguas subterráneas de fácil acceso. Por otro lado, diferentes estudios realizados indican que en el valle de Jamastrán, Comayagua y Valle existen acuíferos de mediana productividad que pueden utilizados para regar pequeñas áreas. En el anexo se presentan algunos datos sobre explotación de aguas

subterráneas. Al respecto es necesario la realización de estudios más detallados del potencial de agua subterránea.

Fig.2.1 Precipitación: Frecuencia de valores:Teupasen

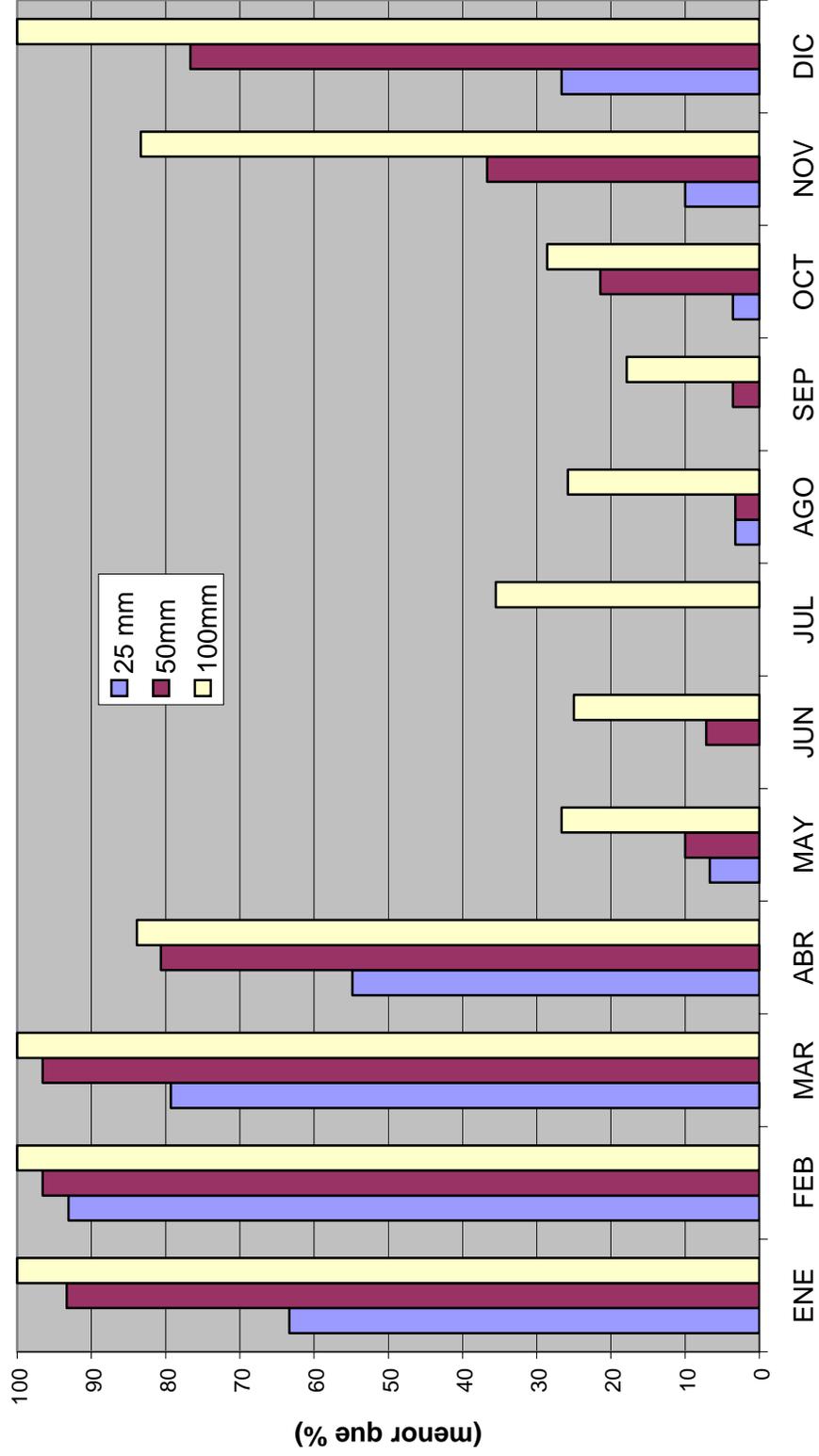


Fig.2.2 Precipitación:Frecuencia de valores: Teupasen

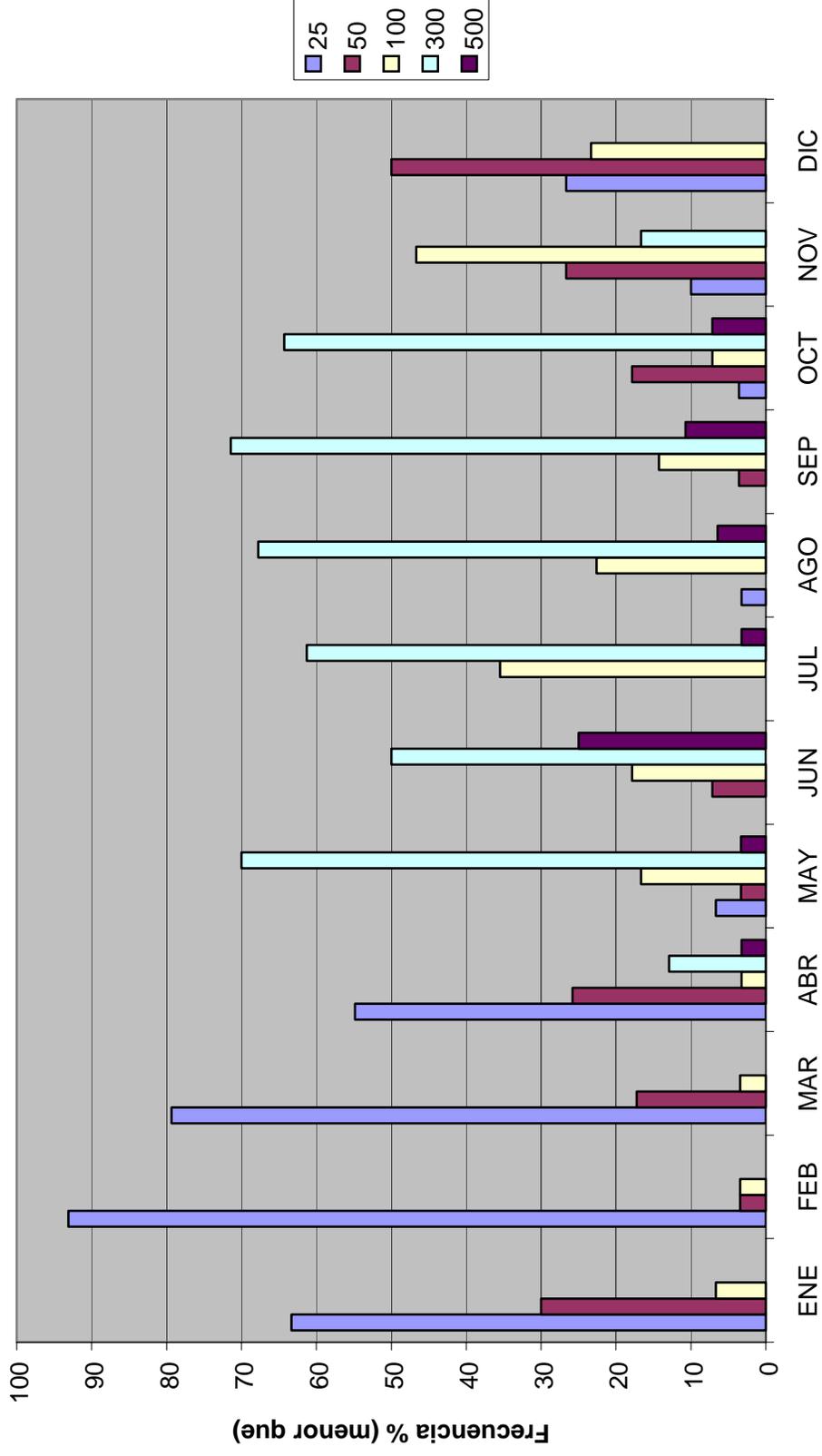
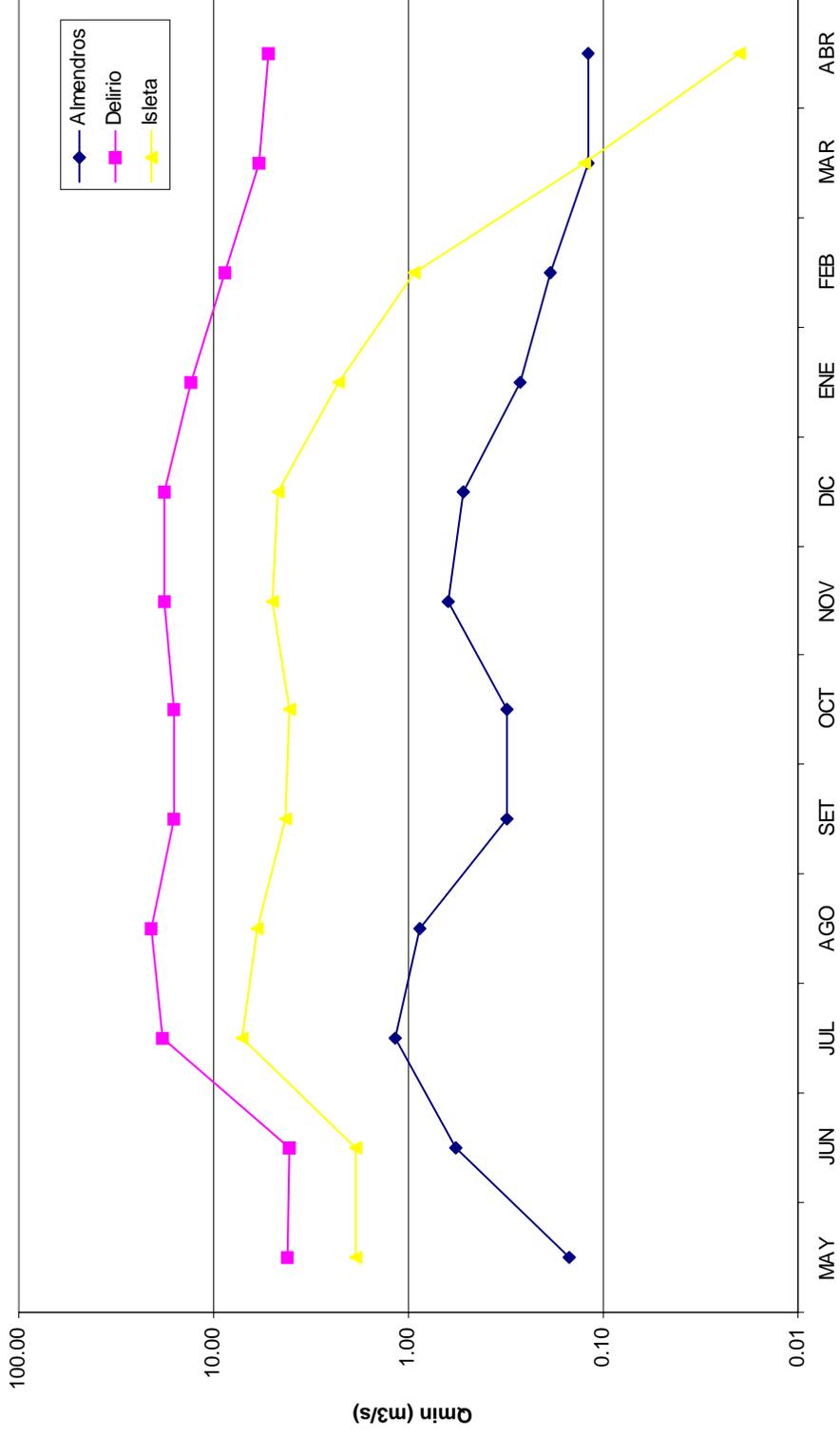


Fig. 2.3 Caudales Mínimos: Jamastrán



CUADRO 2.1
REQUERIMIENTOS DE RIEGO EN PLAYITAS PARA DIFERENTES CULTIVOS Y FECHA DE SIEMBRA
EJEMPLO PARA RIO LOS ALMENDROS (440 Km2)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
DEMANDA EN LITROS POR SEGUNDO POR HA.(RIEGO 24 HORAS Y 75% EFICIENCIA)													
CAÑA	0.61	0.90	1.02	1.08	0.95	0.76	0.76	0.73	0.65	0.56	0.54	0.42	
HORTT915	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.18	0.25	0.28	
TOMAT915	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.20	0.27	
TOMAT110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.39	0.56	
TOMAT101	0.30	0.66	1.05	1.11	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DISEÑO	0.45	0.75	1.03	1.10	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.30	0.40	0.40	
CAUDALES RIO LOS ALMENDROS													
MEDIOS	1.09	0.78	0.50	0.40	0.95	8.12	6.04	6.63	10.39	8.34	3.71	1.59	
MINIMOS	0.68	0.54	0.36	0.33	0.32	1.84	1.65	2.07	2.77	2.58	1.57	0.99	
HAS REGABLES CON RIO LOS ALMENDROS (PARA 24 HORAS DE RIEGO)													
HASMED	2413.8	1036.1	487.9	360.1	1262.3	10827.2	8052.1	8839.7	15979.0	27791.1	9280.6	3982.6	7526.1
HASMIN	1519.0	719.5	348.8	296.7	431.1	2452.2	2197.8	2754.5	4264.7	8591.3	3928.9	2485.0	2499.1

NOTA: La información climática corresponde a la estación Las Playitas.

La disponibilidad de agua superficial disminuye drásticamente en el período de estiaje limitando la disponibilidad de agua en el período de verano, cuando es más necesaria, sin embargo, los caudales medios anuales de la mayoría de los ríos del área permitirían regar superficies relativamente grandes si se contara con almacenamiento. Las condiciones topográficas del área permiten suponer que existe un gran potencial de almacenamiento en las cuencas altas y medias de los principales ríos. Una prueba de lo anterior indica que en el área se han construido varias represas, la mayor de ellas es la de El Cajón, sobre el río Humuya, la de El Coyolar y la de Nacaome. Un análisis preliminar indica que existen posibilidades de almacenamiento en las cuencas de los ríos Los Almendros, San Francisco, El Hato, Choluteca y Humuya. La Figura 2.4 muestra la distribución de caudales en varios ríos de la zona y la Figura 2.5 muestra las áreas con posibles sitios de presa para los valles de Jamastrán, Choluteca y Comayagua.

A1. Disponibilidad de agua superficial

No existe mucha información cuantitativa sobre los caudales el área. Se ha podido recopilar información sobre los ríos Patuca, Jalán, Los Almendros y Humuya. El IICA (1978) presenta algunos valores. Esos valores son mostrados en la Figura 3.2. El Cuadro 2.2 muestra los valores promedios para varios ríos del área. De acuerdo a la información existente, con los caudales de estiaje de esos ríos sólo e podrían regar unas 4000 has (suponiendo un módulo de 1 Lps/ha) en los valles que ellos cruzan. Con el caudal medio regulado, el área regada pudiera ser del orden de las 24000 has., con riego normal o superior si se utilizan métodos más eficientes y una buena programación de cultivos.

Disponibilidad de Agua en algunas cuencas del área (caudales medios, m³/seg).

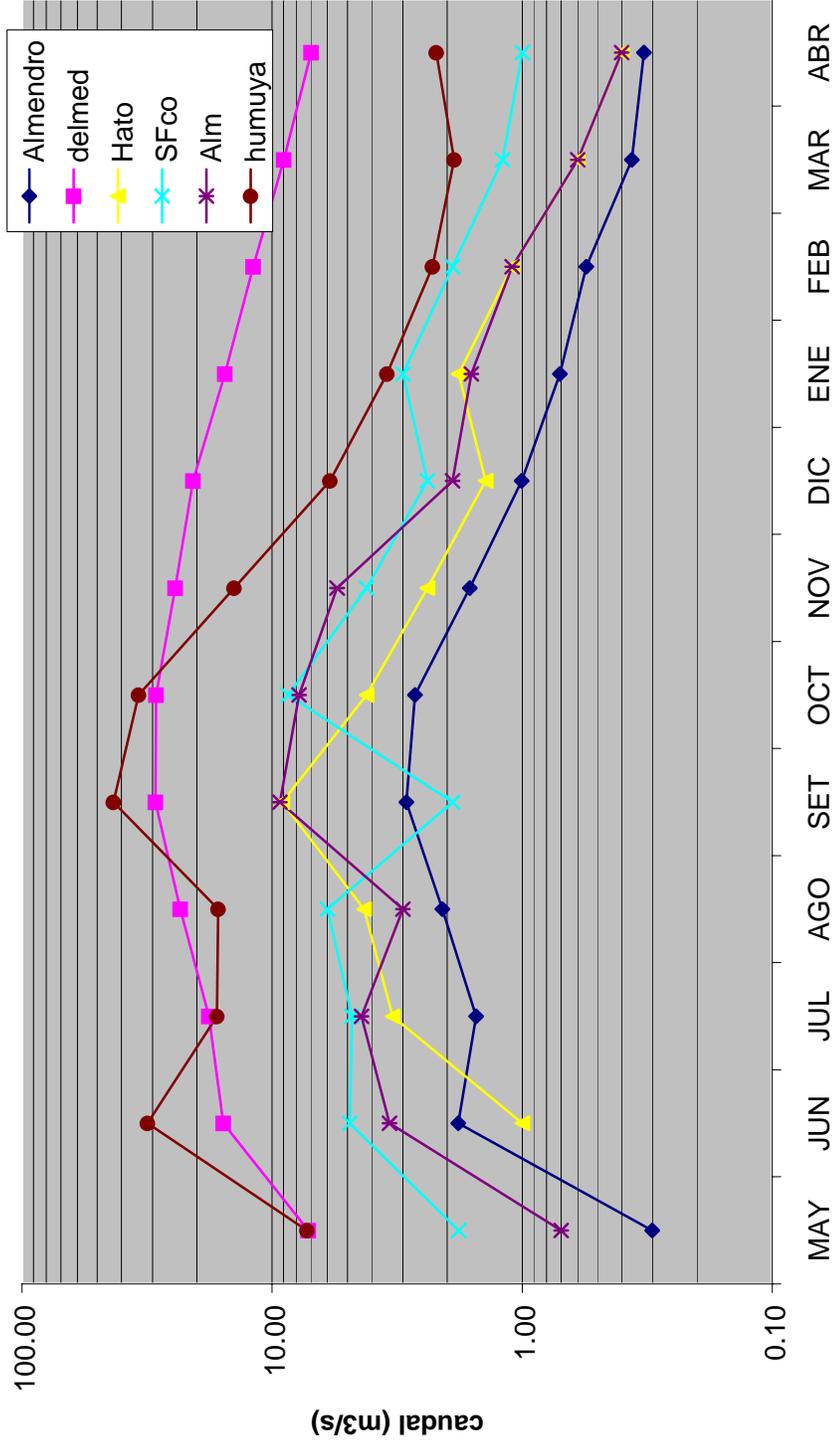
Río	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Prom
Hato		1	3.3	4.3	9.1	4.2	2.4	1.4	1.8	1.1	0.6	0.4	2.691
SFrancisco	1.8	4.9	4.8	6	1.9	8.6	4.2	2.4	3	1.9	1.2	1	3.475
Almendros	0.7	3.4	4.4	3	9.3	7.8	5.5	1.9	1.6	1.1	0.6	0.4	3.308
Humuya	7.248	31.45	16.61	16.43	43.14	34.16	14.18	5.867	3.481	2.289	1.872	2.208	14.91
SUMA	9.75	40.75	29.11	29.73	63.44	54.76	26.28	11.57	9.88	6.39	4.27	4.01	24.39

B. Desarrollo de las Fuentes de Agua

Como se mencionó anteriormente, las disponibilidades de aguas superficiales son muy escasas durante los meses del verano. Motivado a ello, para poder utilizar el potencial de suelos del área, es necesario el desarrollo de las fuentes de agua, mediante la utilización de almacenamiento para las fuentes superficiales y de las aguas subterráneas. Esto implica la necesidad de realizar estudios hidrológicos e hidrogeológicos a fin de determinar el potencial de todas las fuentes de agua.

En la actualidad se cuenta con la represa de Nacaome que puede aportar agua para regar unas 5000 has.

Fig. 2.4 Caudales Medios de Ríos del Area



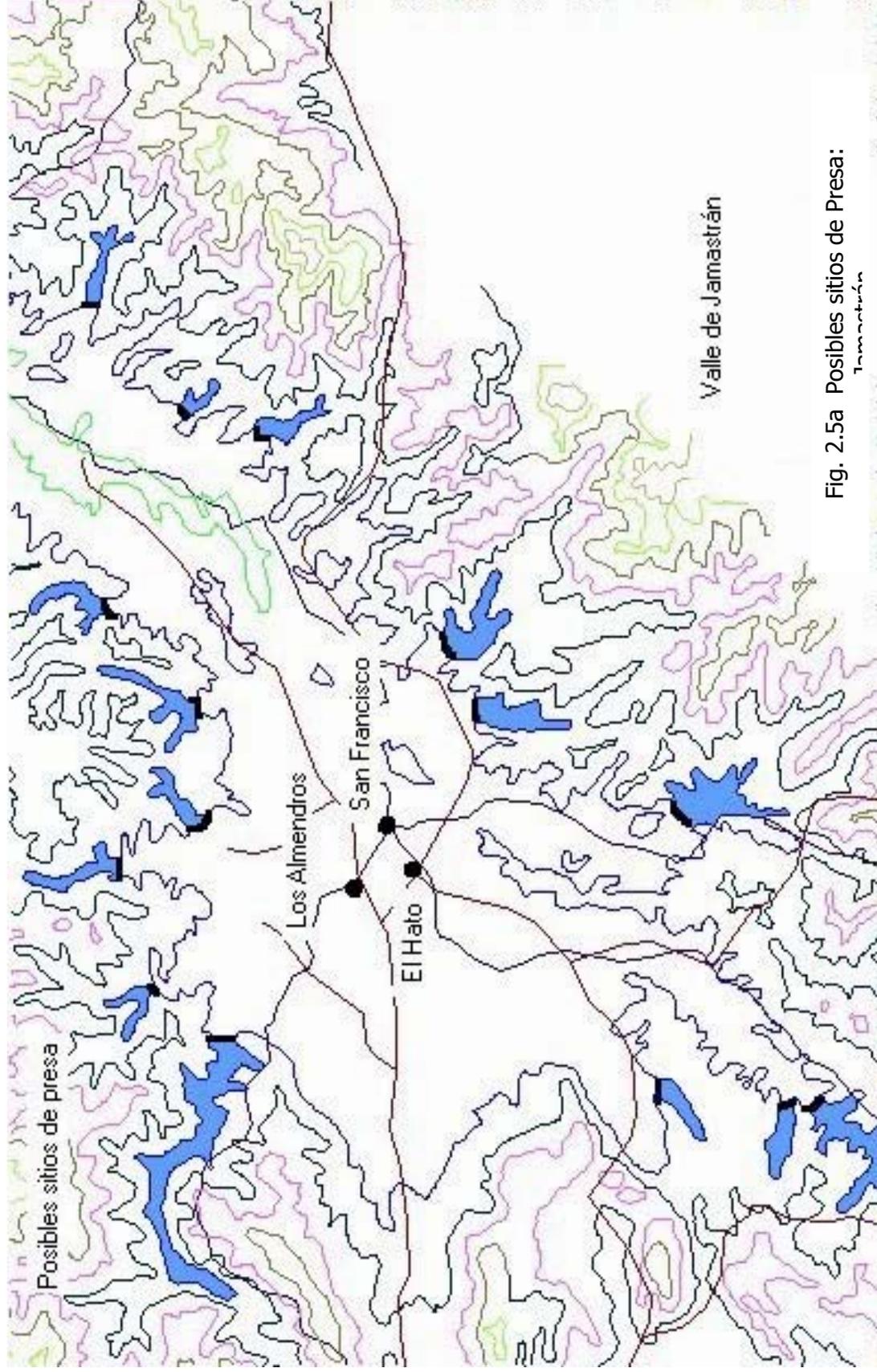
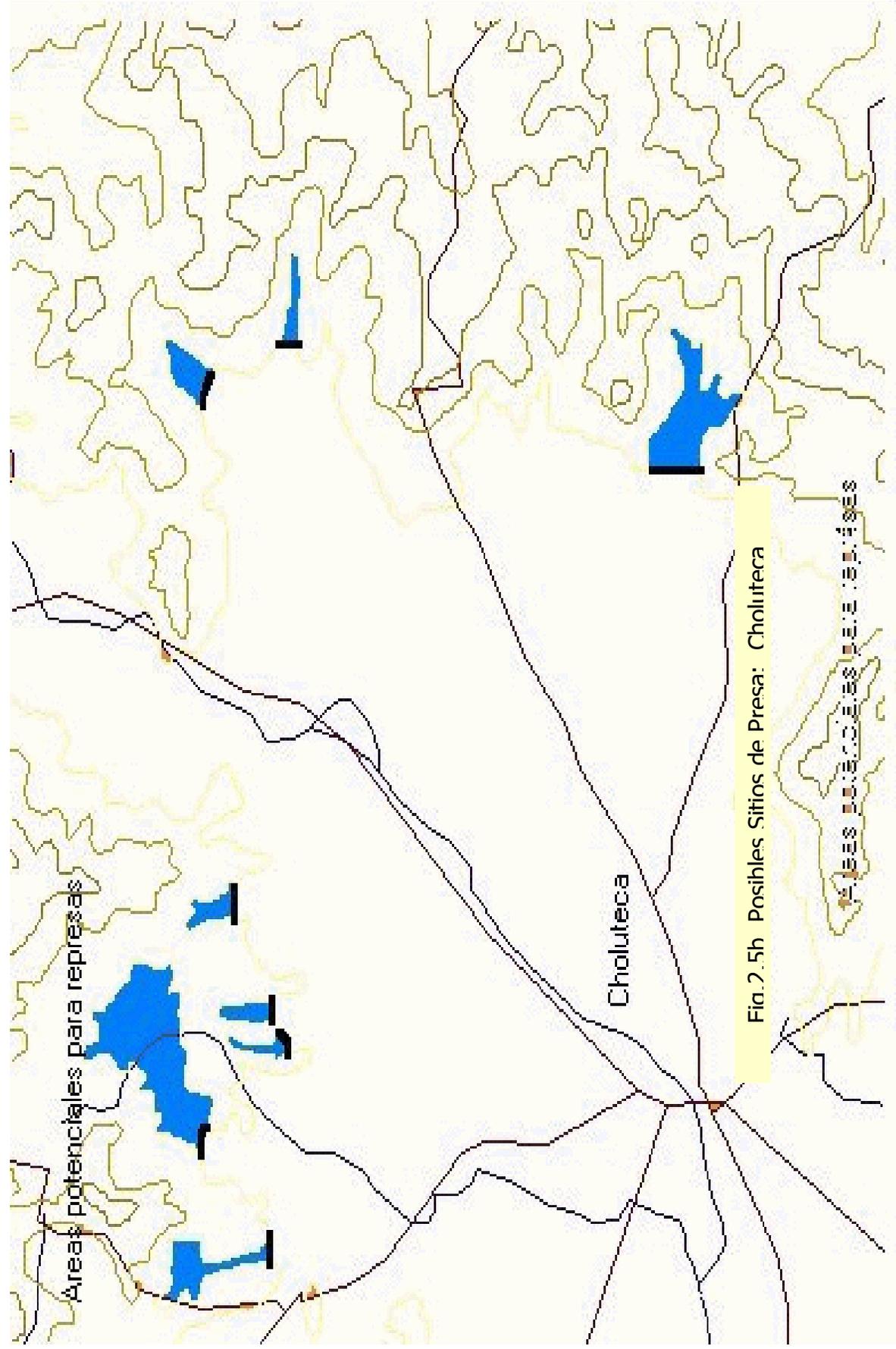


Fig. 2.5a Posibles sitios de Presa:



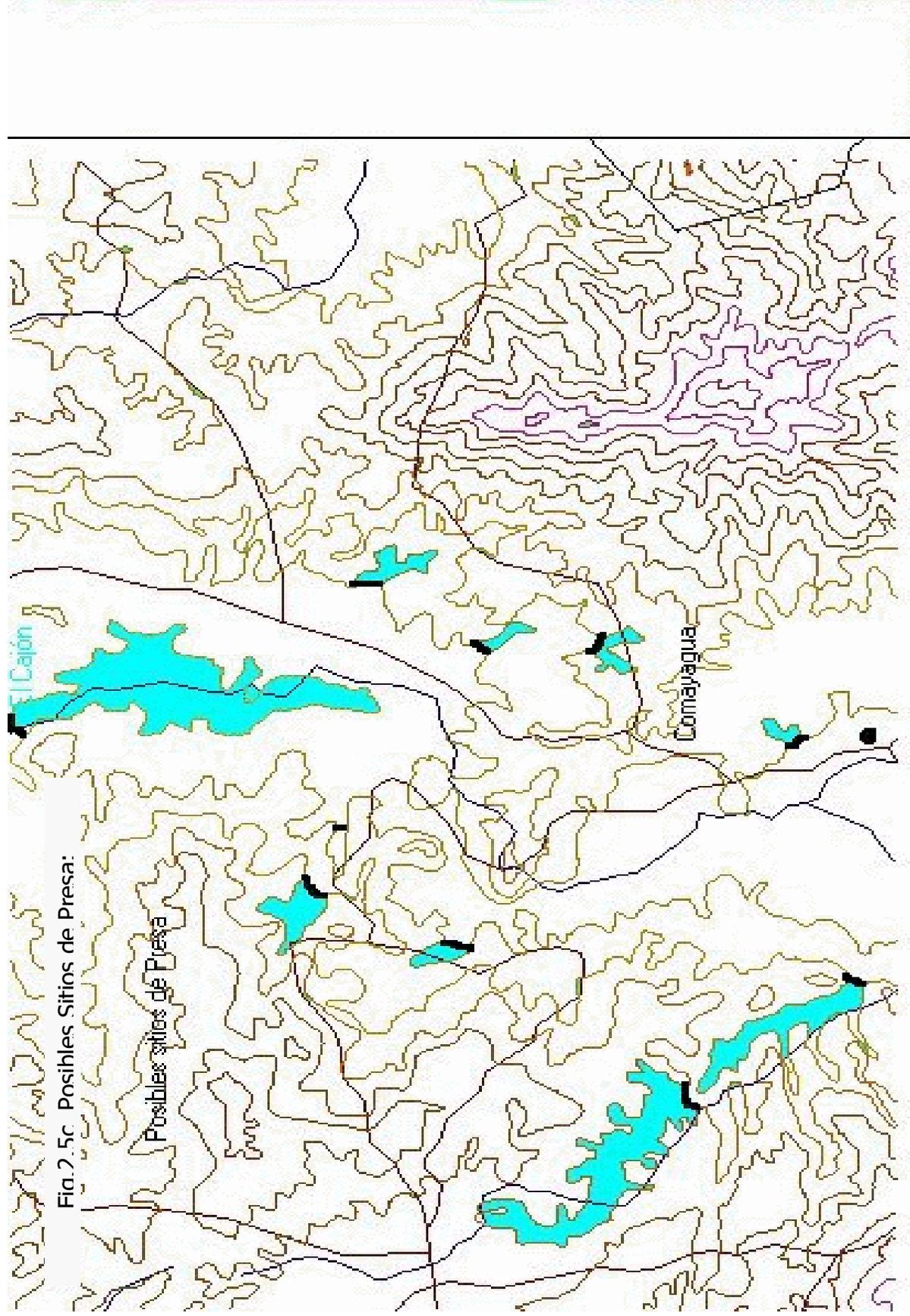


Fig.2.5c Posibles Sitios de Presa:

Resumen de la Problemática de Riego del Area

Del análisis de la información existente y del contacto con la realidad del área se pueden llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1) La variabilidad climática, en especial de la precipitación, no permite el desarrollo de una agricultura estable, existiendo grandes riesgos de pérdida de cosechas o reducción de las mismas.
- 2) La producción de cultivos destinados a la exportación utilizando las "ventanas de mercado" necesariamente requiere del riego.
- 3) Existen suelos de buena calidad y cauces de agua bien distribuidos, sin embargo la disponibilidad de agua durante el período de estiaje, coincidente con las ventanas, no permite el riego de grandes áreas. Por otro lado, existe un potencial de aguas subterráneas no debidamente evaluado que pudiera ser una alternativa para resolver el problema anterior.
- 4) Las fuentes de agua superficial, aunque insuficientes en el período de estiaje, permitirían el riego de grandes áreas si existiera almacenamiento.
- 5) Existen muchas limitaciones que deben ser resueltas a fin de garantizar el éxito de cualquier acción para ampliar las áreas irrigadas. Las más importantes son: a) Financiamiento, b) Asistencia Técnica, c) Mercado y Comercialización, d) Transporte y f) Costo de la energía.
- 6) La utilización intensiva de los recursos hídricos existentes puede generar conflictos de uso del agua en el futuro y por tanto es necesario analizar la situación a fin de proponer una adecuada regulación del uso del agua.
- 7) Lo avanzado del tiempo, no permite el desarrollo de grandes áreas para la presente temporada lo cual implica que el programa de acción tendrá mayor efecto para la temporada del año 2001. Esta circunstancia, aunque negativa, permite tener tiempo suficiente para resolver algunas de las limitaciones señaladas.

A. Políticas Actuales

Por el corto tiempo disponible, no ha sido posible determinar a ciencia cierta los planes y programas actuales, sin embargo se tiene conocimiento de varias acciones al respecto. En el documento: Estrategia para el Desarrollo del Sector Agroexportador no

chemonics international inc.

Tradicional al año 2020, realizado por RUTA (1998) para la Federación de Agroexportadores de Honduras (FPX) y la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), se proponen metas de aumento de la agricultura de riego así: 30.000 has para el año 2002; 50.000 has para el año 2007 y 80.000 has para el año 2020. La SAG está preparando un Plan nacional de Riego. PRODERCO está dedicada al aumento del área de riego en su zona de acción. PROREMI está financiando micro sistemas de riego. De acuerdo a DESFIL (1989) existen planes para desarrollar los recursos hídricos de la cuenca del río Patuca. Con la construcción de la represa de Nacaome, se pretende regar unas 5000 has. Extraoficialmente se ha tenido noticias de acciones para el inicio de un proyecto para riego en el Valle de Jamastrán.

Tipo de Proyectos de Riego

La experiencia latinoamericana en general y del país en particular permite señalar que los medianos y grandes sistemas de riego no son tan exitosos como los pequeños, requiriendo una gran participación del Estado. Por otra parte éstos, por su magnitud requieren de un largo período de tiempo para estudios básicos, diseño y construcción. Esta realidad permite identificar tres tipos de proyectos para el área: a) Micro sistemas de riego, b) Mini sistemas de riego y c) Pequeños sistemas de riego.

A. Micro Sistemas de Riego

Los microsistemas son sistemas que cubren pequeñas áreas entre 1 y 5 has, generalmente pertenecientes a un solo agricultor. La fuente de agua puede ser superficial con tomas del río o canales existentes o de agua subterránea. La conducción de agua desde la fuente hasta el área regada se realiza por tuberías. Dependiendo de las características topográficas, del agricultor, cultivo o energía, la aplicación de agua puede ser por superficie (surcos), aspersión o goteo.

Los micro sistemas representan un módulo de riego que puede ser repetido para integrar un mini sistema. La Figura 4.1 muestra un esquema de un sistema por aspersión para una hectárea. Estos sistemas pueden ser implantados en áreas cercanas a los cursos de agua utilizando fuentes superficiales o con agua subterránea. El costo de los microsistemas dependerá del método de riego, de la fuente de agua y del diseño de los mismos. Algunas cotizaciones presentadas en el área de Danlí indican que para riego por goteo, utilizando motor eléctrico, el costo está en el orden de los US\$ 2500/ha. Para riego por aspersión los costos están en el orden de US\$ 1600/ha. Esos costos no incluyen el desarrollo de las fuentes de agua.

B. Mini Sistemas de Riego

Los mini sistemas comprenden un conjunto de micro sistemas que comparten una fuente de agua común. Estos son necesarios cuando las fuentes de agua son muy distantes del área de riego o cuando hay que desarrollar una fuente común como un pozo de gran producción o un almacenamiento. Los mini sistemas pueden servir a dos o más productores. Por su tamaño pueden ser sencillos de construir y requieren de poco tiempo para su implantación. La Figura 4.2 muestra un esquema de un mini sistema.

Pueden ser implantados en toda el área y requieren de estudios hidrológicos sencillos. Como tienen varios usuarios, es necesario que exista una organización de los usuarios a fin de garantizar su implantación, operación y mantenimiento.

C. Pequeños Sistemas de Riego

Los pequeños sistemas de riego se caracterizan por poseer una obra de aducción y/o almacenamiento. La obra puede ser un canal de derivación desde un río o una combinación de almacenamiento y conducción. Las obras de almacenamiento pueden ser dentro del río o fuera del mismo, dependiendo de la topografía y características de los ríos. Los pequeños sistemas requieren de estudios de factibilidad y de impactos ambientales que implican la recopilación y análisis de información. Estos proyectos requieren de un tiempo relativamente largo para su implantación. La Figura 4.3 muestra un esquema de un pequeño sistema. Los pequeños sistemas pueden ser implantados en el Valle de Jamastrán, Choluteca y Comayagua.

El Cuadro 4.1 presenta un resumen de los proyectos al nivel de cada una de las áreas.

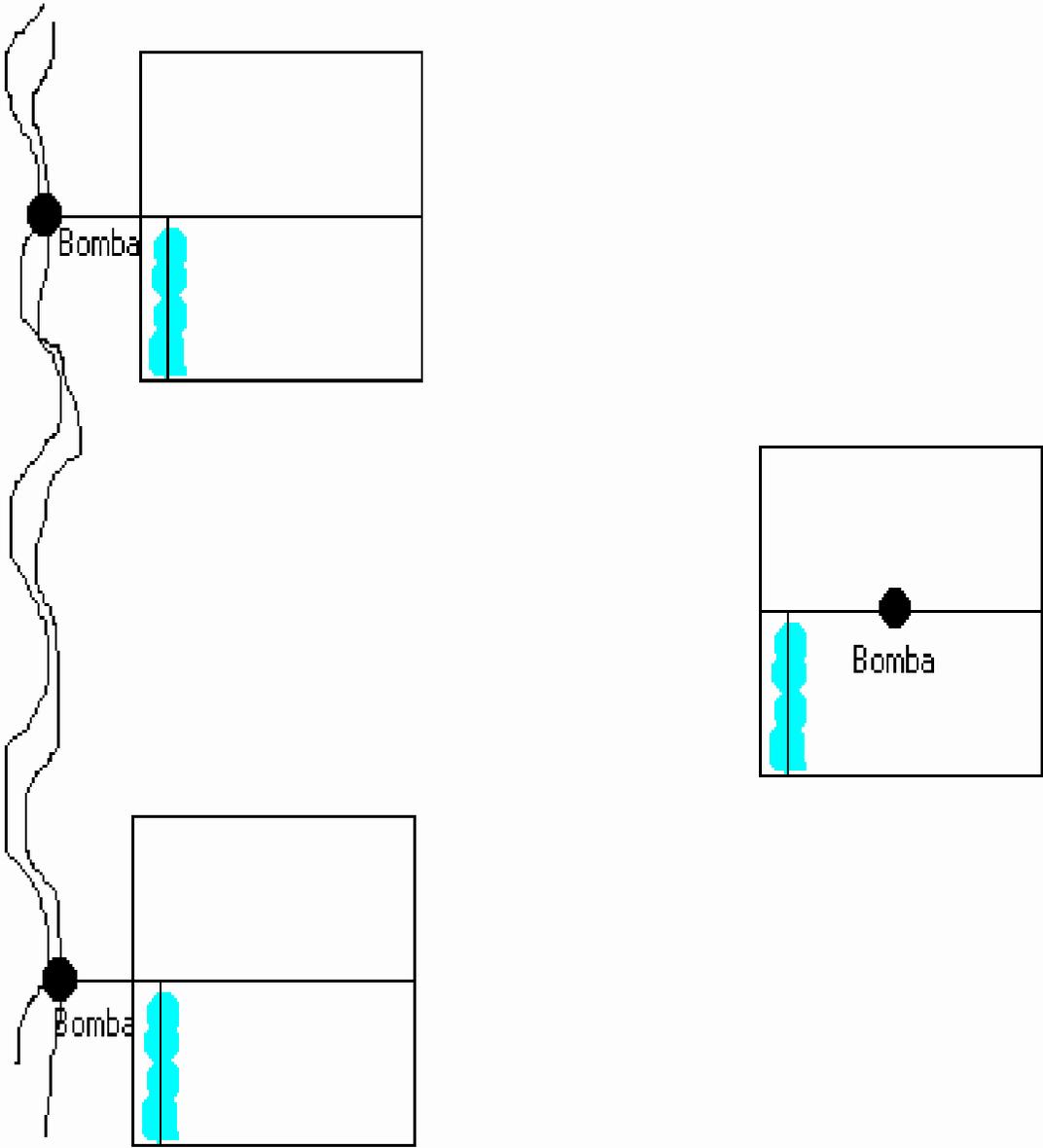


Fig.6.1
Mircro sistemas con riego por
aspersión

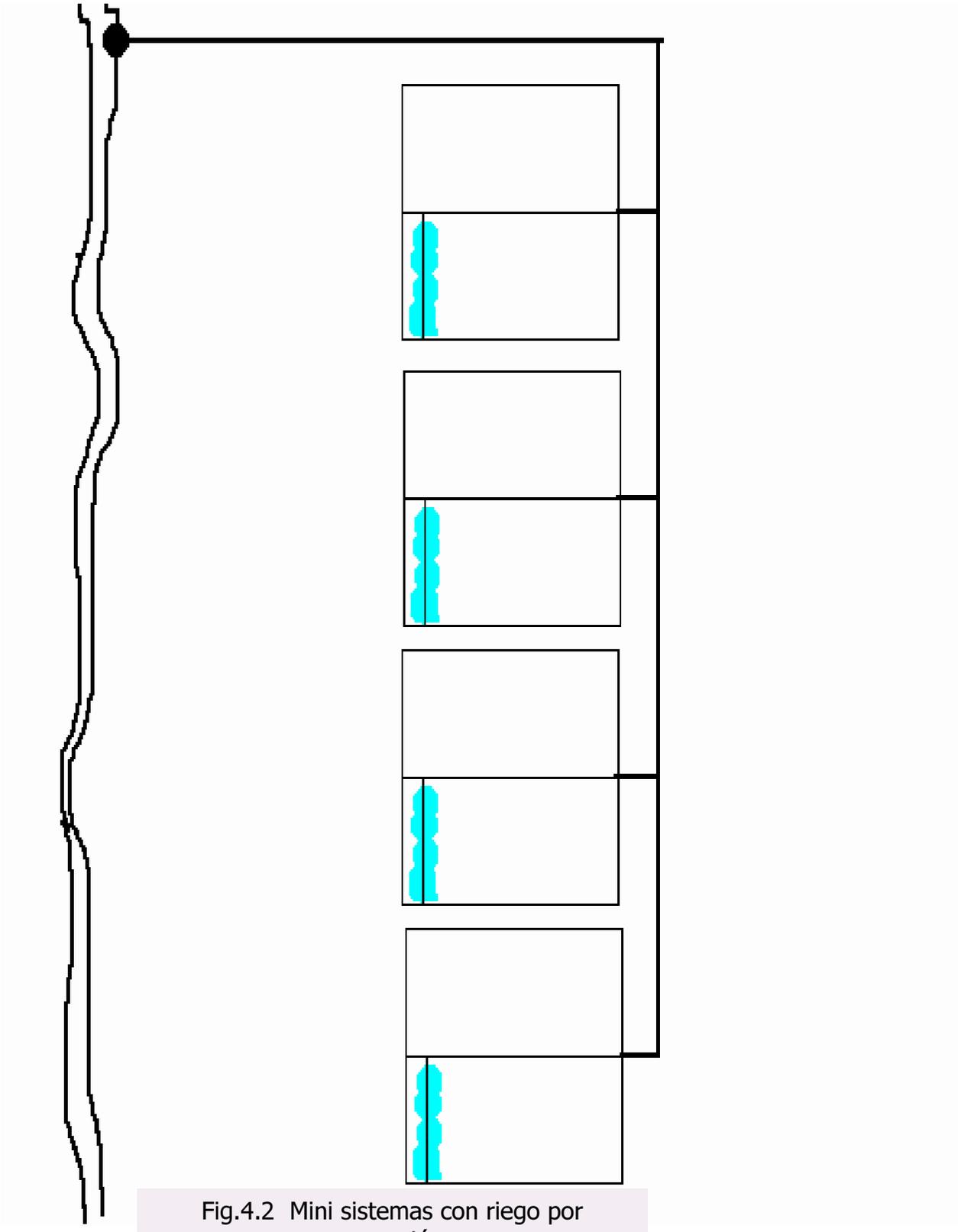


Fig.4.2 Mini sistemas con riego por

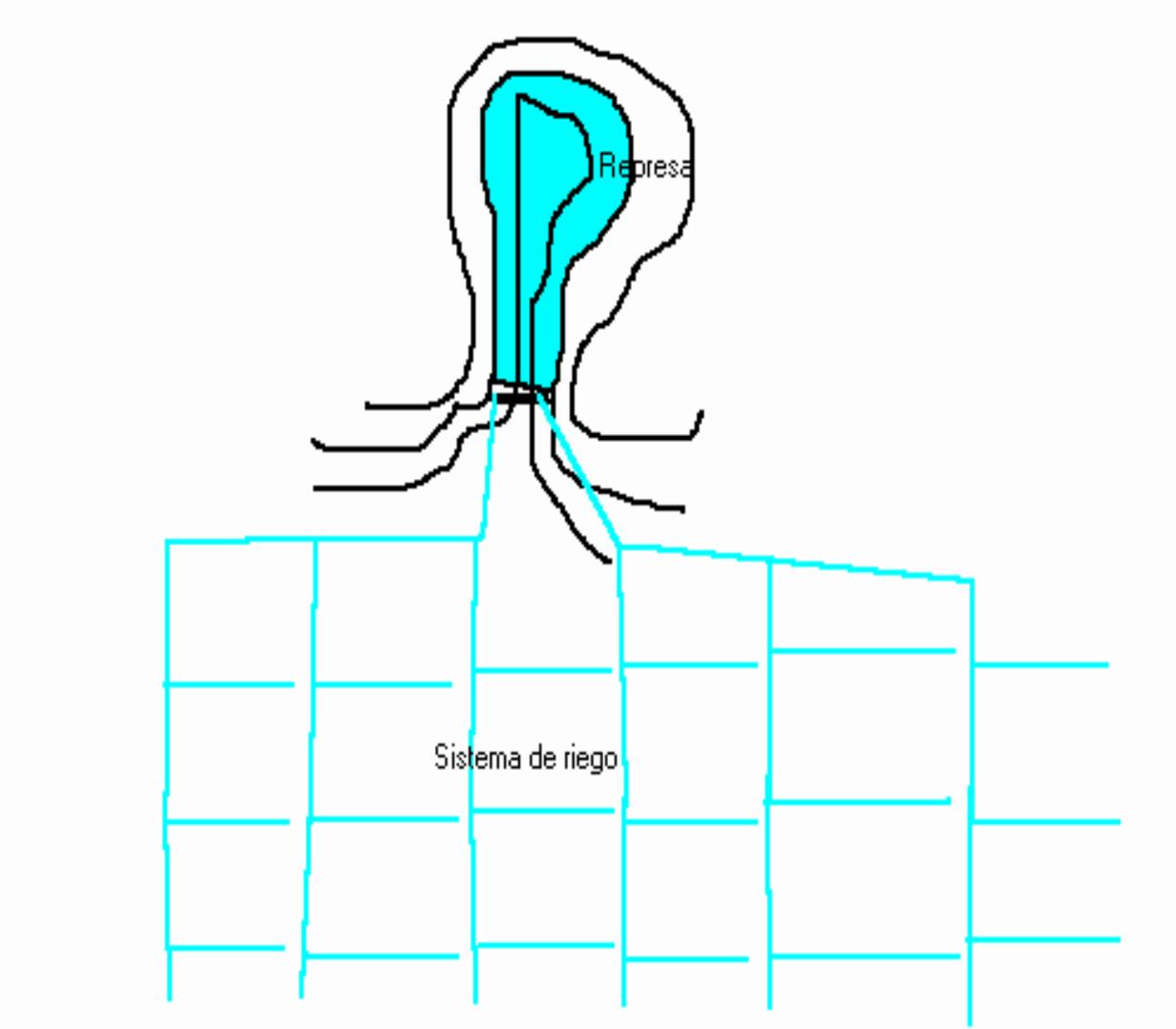


Fig. 4.3 Pequeños Sistemas con riego por aspersión

CUADRO 4.1 RESUMEN DE PROYECTOS

Zona	Proyectos	Fuentes	Rios/ Area	Area regable Has.	Requerimientos
Danli, El Paraíso, Jamas-trán	Micro Sistemas	Superficiales	San Marcos, S. Francisco ,Hato, S. Antonio, Almendros	450	Medir caudales de verano. Priorizar áreas de proyectos
	Mini Sistemas	Subterránea	Danli, Jamastrán	50	Estudio de agua subterránea
	Pequeños Sistemas	Aducción y/o Almacenamiento	San Marcos, S. Francisco ,Hato, S. Antonio, Almendros	200 - 300	Medir caudales, estudio hidrológico, determinación de sitios de almacenamiento
		Almacenamiento	S. Francisco ,Hato ,S. Antonio, Almendros	15000	Medir caudales, estudio hidrológico, determinación de sitios de almacenamiento
Cholultec a el Valle	Proyectos	Fuentes	Rios/ Area	Area regable	Requerimientos
	Micro Sistemas	Superficiales	Cholulteca, Nacaome, Agua Caliente	500	Medir caudales de verano. Priorizar áreas de proyectos
	Mini Sistemas	Subterránea	Cholulteca	100	Estudio de agua subterránea
	Pequeños Sistemas	Aducción y/o almacenamiento	Cholulteca, Nacaome, Agua Caliente	1000	Medir caudales, estudio hidrológico, determinación de sitios de almacenamiento
		Almacenamiento	Nacaome, Cholulteca	5200	Medir caudales, estudio hidrológico, determinación de sitios de almacenamiento
Comayagua	Proyectos	Fuentes	Rios/ Area	Area regable	Requerimientos
	Micro Sistemas	Superficiales	Humuya	2000	Priorizar áreas de proyectos
	Mini Sistemas	Subterránea	Comayagua		Estudio de agua subterránea
	Pequeños Sistemas	Aducción	Humuya	400	Medir caudales, estudio hidrológico, determinación de sitios de almacenamiento
		Almacenamiento	Flores	3000	Mejorar eficiencia del sistema

SECCION V

Propuestas

Considerando todo lo anterior, se propone un plan de acción para el desarrollo del riego que involucra tres fases coincidentes con los tipos de proyectos antes identificados.

A. Fase a Corto Plazo

Esta fase contemplaría la implantación de micro sistemas de riego utilizando las fuentes superficiales existentes y algunas fuentes subterráneas de comprobado rendimiento. Debido a los bajos caudales de verano, el área total que se puede implantar en esta fase sería de una 5000 has.

Esta fase, además de resolver algunos problemas inmediatos, puede servir como preparación de las fases siguientes, dado que las tierras que rieguen en esta fase, formarían parte de las tierras regadas con proyectos mayores. Además de ello, esta fase es importante utilizarla para crear una cultura de riego entre los productores de tal manera que estén preparados para las siguientes fases.

Para el cumplimiento de esta fase es necesario contar con el financiamiento necesario para la construcción de los sistemas. De esa manera, las metas a cumplir estarán en función de la disponibilidad de financiamiento. Por otro lado, es necesario minimizar las limitaciones señaladas anteriormente y proporcionar la asistencia técnica necesaria para garantizar el éxito del programa.

Es muy importante establecer prioridades para el otorgamiento de créditos los cuales deberán enfatizar el éxito del programa. Esas prioridades deben tomar en cuenta: cercanía de las fuentes de agua, calidad de los suelos, condiciones topográficas y aptitudes de los usuarios.

A1. Area de Danlí - El Paraíso y Jamastrán

En esta área se podrían regar unas 1800 has, en especial en el Valle de Jamastrán, sin embargo, como no se puede usar toda el agua del río, sólo se recomienda usar el 50% del agua lo cual daría un total de unas 900 has. Por otro lado considerando que los agricultores no riegan de noche, el área se reduciría a la mitad, de esa manera, el área regable se reduciría a una 450 has. Con agua subterránea se podría experimentar regando unas **50** has. Esto daría un total general de **500 has**.

A2. Area de Choluteca y El Valle

No se tiene información sobre caudales en el área, sólo se sabe que la presa de Nacaome regaría unas 5000 has. Lo anterior indica que cuando la represa comience a

aliviar todo el caudal, se puede irrigar esa área. En esta área no existen buenas tierras en las cercanías del río por lo cual se propone regar unas **500 has** en las riberas del río. Podría pensarse en un área adicional de unas **100 has** con aguas subterráneas.

A3. Área de Comayagua

Los caudales de estiaje para toda el área sólo permitirían regar unas 2000 has. La represa de El Coyolar permite regar unas 3000 has, sin embargo está en fase de rehabilitación y por lo tanto no se puede regar. Lo anterior permite tener provisionalmente agua suficiente para regar esa cantidad. Lo anterior permite asegurar que se puede tener un programa de unas **2000 has**.

B. Fase a Mediano Plazo

A mediano plazo se pueden desarrollar algunos mini sistemas con aducciones para regar varios micro sistemas o explotar aguas subterráneas de acuíferos profundos. En esta fase se pueden regar tierras que por su encuentran lejos de las fuentes de agua y por lo tanto no permiten la utilización de micro sistemas por razón de costos. También se pueden construir pequeños almacenamientos tanto en los ríos como fuera de los mismos. En áreas cercanas al pie de monte se pueden realizar aducciones que permitan obtener desniveles superiores a los 20 metros los cuales permitirían regar por aspersión o goteo sin necesidad de bombeo. Estas aducciones pueden estar acompañadas de pequeñas represas para almacenar los caudales de las horas en que no se riega.

Para cumplir esta fase se hace necesario la realización de estudios hidrológicos e hidrogeológicos. De la misma manera debe llevarse a cabo una promoción de los sistemas y organizar a los usuarios potenciales, los cuales deben participar de la formulación de los proyectos a fin de que conozcan los mismos, decidan su ejecución y se comprometan en la operación y mantenimiento de los mismos.

Por las características de estos proyectos, es necesario que las instituciones del Estado se compenetren con los mismos.

B1. Área de Danli – El Paraíso y Valle de Jamastrán

En el área se pueden implementar micro proyectos en el altiplano de Danlí mediante pequeños almacenamientos de aguas nocturnas. Como las fuentes son limitadas el área a regar no podrá ser muy grande. En el valle de Jamastrán se podrán desarrollar pozos con buena productividad y construir pequeñas presas para optimizar el uso del agua. De la misma manera podrían realizar aducciones en el pie de monte para obtener agua a presión y regar por aspersión o goteo.

Para determinar el área regable con los mini sistemas, es necesario la realización de estudios hidrológicos e hidrogeológicos. Si se almacenan las aguas nocturnas se podría pensar en unas 200-300 has adicionales.

B2. Area de Choluteca y Valle

En esta área no existe información de caudales. Por las características topográficas del área es posible hacer tomas en las cuencas altas afluentes de los ríos Nacaome y Choluteca para regar con agua presurizada. Las aguas subterráneas representan un potencial aprovechable, sin embargo no existen datos suficientes para asegurar su potencial.

Como las empresas dedicadas a la siembra del melón y sandía llegaron a regar más de 3000 has, es de suponer que el río Choluteca tiene caudales suficientes para regar esa superficie. Por lo anterior se podría pensar en un potencial de unas 1000 has.

B3. Area de Comayagua

En el área de Comayagua se pueden desarrollar mini sistemas con aguas de la cuenca del Humuya y sus afluentes. Es necesario aclarar la situación de las prioridades de uso de agua puesto que la represa de El Cajón ha tenido problemas de falta de agua y ello podría crear conflictos. Como el sistema de riego de Flores ya ocupa un caudal de unos 3 m³/ segundo, es difícil justificar el uso de más agua.

La alternativa más viable sería utilizar los sobrantes del sistema de riego Flores. El área adicional pudiera estar en el orden de las **300** o más hectáreas. Existen pequeñas áreas con fuentes adicionales como el caso de Las Delicias donde hay una laguna y del Pajonal donde se pueden utilizar las aguas del río Selguapa. Podría pensarse en un área adicional de unas **100** has.

C. Tercera fase: Pequeños y Medianos Sistemas de Riego

En esta fase es posible desarrollar gran parte del potencial de los recursos hídricos del área mediante la construcción de pequeñas represas para regular los ríos. Como en el período lluvioso no hay deficiencias de agua, el agua almacenada se utilizaría para el riego entre los meses de noviembre a abril. Las fuentes de agua serían todos aquellos ríos que tengan sitios de presa adecuados. De acuerdo a la información que se presenta en el Cuadro 5.1, es posible regar un total de unas 48000 has, solamente con el agua de esos ríos. Por otro lado el sistema de riego de la represa de Nacaome podría regar unas 5000 has. Si sumamos lo existente y las posibilidades futuras, dentro del área se podrían regar unas 60000 has. mediante el almacenamiento en pequeñas represas.

Motivado al problema de energía actual, el cual posiblemente no mejore mucho en un futuro cercano, y a la necesidad de utilizar métodos de riego eficientes, como la aspersión y goteo, deberá procurarse que los sistemas de riego, dentro de ésta modalidad, puedan generar su propia energía, ya sea mediante la instalación de pequeñas plantas de generación o utilizando aductoras a presión.

Estos sistemas requieren de estudios hidrológicos detallados para determinar la producción de agua de cuencas sin datos de esorrentía. Ello sólo puede lograrse mediante la instalación de estaciones de medición de caudales y la utilización de modelos de simulación. Por otra parte, deberá promocionarse la conformación de organizaciones de usuarios que gestionen la construcción de esos proyectos y participen en la elaboración de los mismos. Lo anterior implica una gran labor y participación por parte del Estado.

C1. Area de Danlí – El Paraíso – Valle de Jamastrán

En ésta área el potencial se encuentra en el Valle de Jamastrán. Regulando los caudales de los ríos principales, se pueden lograr caudales cercanos a los 14 m³/s, los cuales con una buena distribución de siembras podrán regar unas **15000 has**.

Es necesario la realización de estudios hidrológicos para determinar las disponibilidades de agua para las cuencas sin datos de esorrentía, así como estudios de pre-factibilidad de los posibles sistemas de riego. La Figura 2.5 muestra las áreas con posibles sitios de presa.

C2. Area de Choluteca – Valle

En esta área se encuentra la presa de Nacaome que deberá regar unas 5000 has para el año 2006. Además de ello, se pueden construir pequeñas represas en cuencas afluentes del río Choluteca para unas 5000 o más hectáreas adicionales.

En el caso de la cuenca del río Choluteca se requiere de estudios hidrológicos para determinar sus potencialidades. Por la experiencia del Huracán Mitch, es necesario que esos estudios enfatizen la estimación de crecidas máximas para el diseño de las obras.

C3. Area de Comayagua

En el área de Comayagua se podrían regar unas 20.000 has. Adicionales, sin embargo el agua de ese río es necesaria para la represa de El Cajón y por lo tanto no pueden ser utilizadas para riego. Motivado a ello, sólo se puede utilizar el agua sobrante del sistema de riego Flores. Suponiendo que la eficiencia de ese sistema mejore con las obras de rehabilitación, el sobrante se podría utilizar para regar áreas adicionales, sin embargo, el área total permanecería la misma.

Como el sistema Flores ya está construido, sólo queda realizar acciones para mejorar la eficiencia de riego.

Cuadro 5.1
Disponibilidad de Agua en algunas cuencas del área (m3/s)

Río	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Prom
Hato		1	3.3	4.3	9.1	4.2	2.4	1.4	1.8	1.1	0.6	0.4	2.69091
Sfrancisco	1.8	4.9	4.8	6	1.9	8.6	4.2	2.4	3	1.9	1.2	1	3.475
Almendros	0.7	3.4	4.4	3	9.3	7.8	5.5	1.9	1.6	1.1	0.6	0.4	3.30833
Humuya	7.25	31.45	16.61	16.43	43.14	34.16	14.18	5.87	3.48	2.29	1.87	2.21	14.91
SUMA	9.75	40.75	29.11	29.73	63.44	54.76	26.28	11.57	9.88	6.39	4.27	4.01	24.39

REGULADO	4	4	4	4	4	4	48	48	48	48	48	24	24
-----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Lo anterior indica que al regular los caudales se puede tener un caudal medio regulado de 24. m3/seg
 Como en los meses lluviosos no se necesita regar, los caudales de esos meses se pueden utilizar en la época de riego. Asumiendo que habrá un caudal ecológico (4 M3/S) que dejar pasar por el río se puede programar 48 m3/s en los meses de estiaje, con lo cual se podrían regar unas 48000 has.

SECCION VI

Recomendaciones Generales

Cada uno de los sistemas propuestos para las fases antes relatadas, requiere de una serie de acciones que permitan la realización de los mismos. A continuación se describen las acciones más importantes a realizar.

A. Micro Sistemas

Los microsistemas, como se mencionó anteriormente pueden ser implementados en corto plazo. Para un mejor aprovechamiento de los recursos de agua y financieros disponibles y para garantizar el éxito del programa, se requiere:

- a) Realizar un rápido inventario de los recursos de aguas y tierras a fin de priorizar las áreas de acción.
- b) Escoger el mejor método de riego para cada una de las áreas seleccionadas. Se ha observado una tendencia a utilizar riego por goteo, el cual es más costoso, quizá por la experiencia de las grandes empresas. En el Anexo C se presenta un módulo de riego por aspersión y se hacen comentarios al respecto.
- c) Con relación al punto anterior, es necesario obtener información de costos de sistemas de riego a fin de proponer módulos de riego económicos lo cual permitiría beneficiar a un mayor número de agricultores o de regar un área mayor.
- d) Los sistemas con fuente de agua subterránea deberán tener pozos de poca profundidad para minimizar los costos. En este sentido, se debe analizar los rendimientos de los pozos de poca profundidad de los cuales hay muchos en el área. En el caso de que los pozos sean profundos y por lo tanto costosos, se deberá pensar en construir un mini sistema.

B. Mini Sistemas

De la misma manera, deberán realizarse algunas acciones para garantizar que los sistemas de riego puedan ser exitosos.

- a) Promocionar los sistemas y discutirlos con los posibles beneficiarios y crear juntas de usuarios.
- b) Realizar estudios hidrológicos para determinar las posibilidades de reales de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.
- c) Establecer prioridades de acción de acuerdo a las potencialidades de las áreas seleccionadas.
- d) Buscar fuentes de financiamiento.
- e) Realizar estudios de mercado y comercialización.

C. Pequeños y Medianos Sistemas

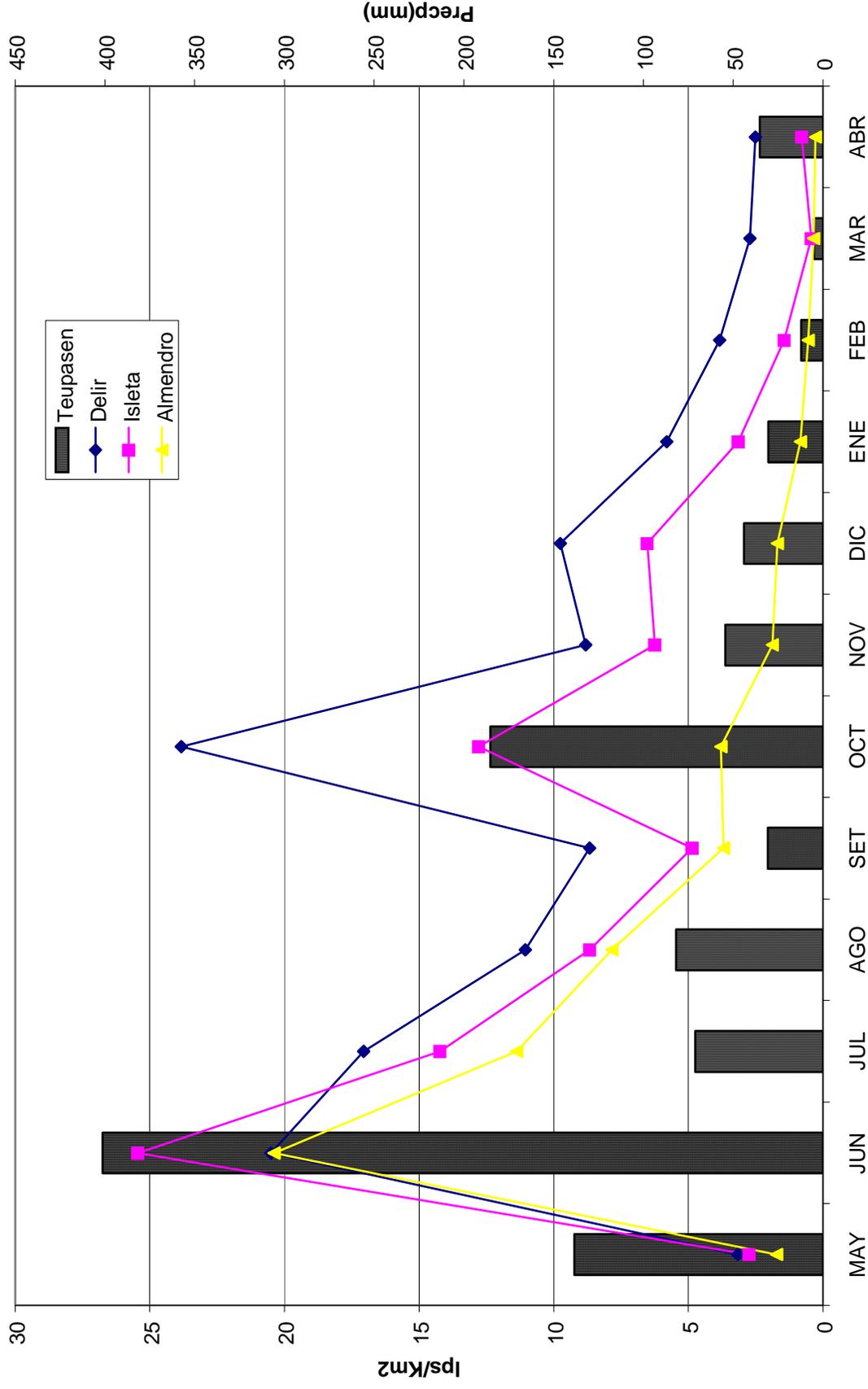
Para la realización de este tipo de proyectos se requiere de las mismas acciones de los anteriores así como de otras acciones necesarias para un buen diseño de los proyectos. En ese sentido se requiere:

- a) Realización de estudios hidrológicos y cartográficos los posibles sitios de presa y su capacidad.
- b) Realizar estudios de pre-factibilidad en los sitios seleccionados.
- c) Buscar fuentes de financiamiento.

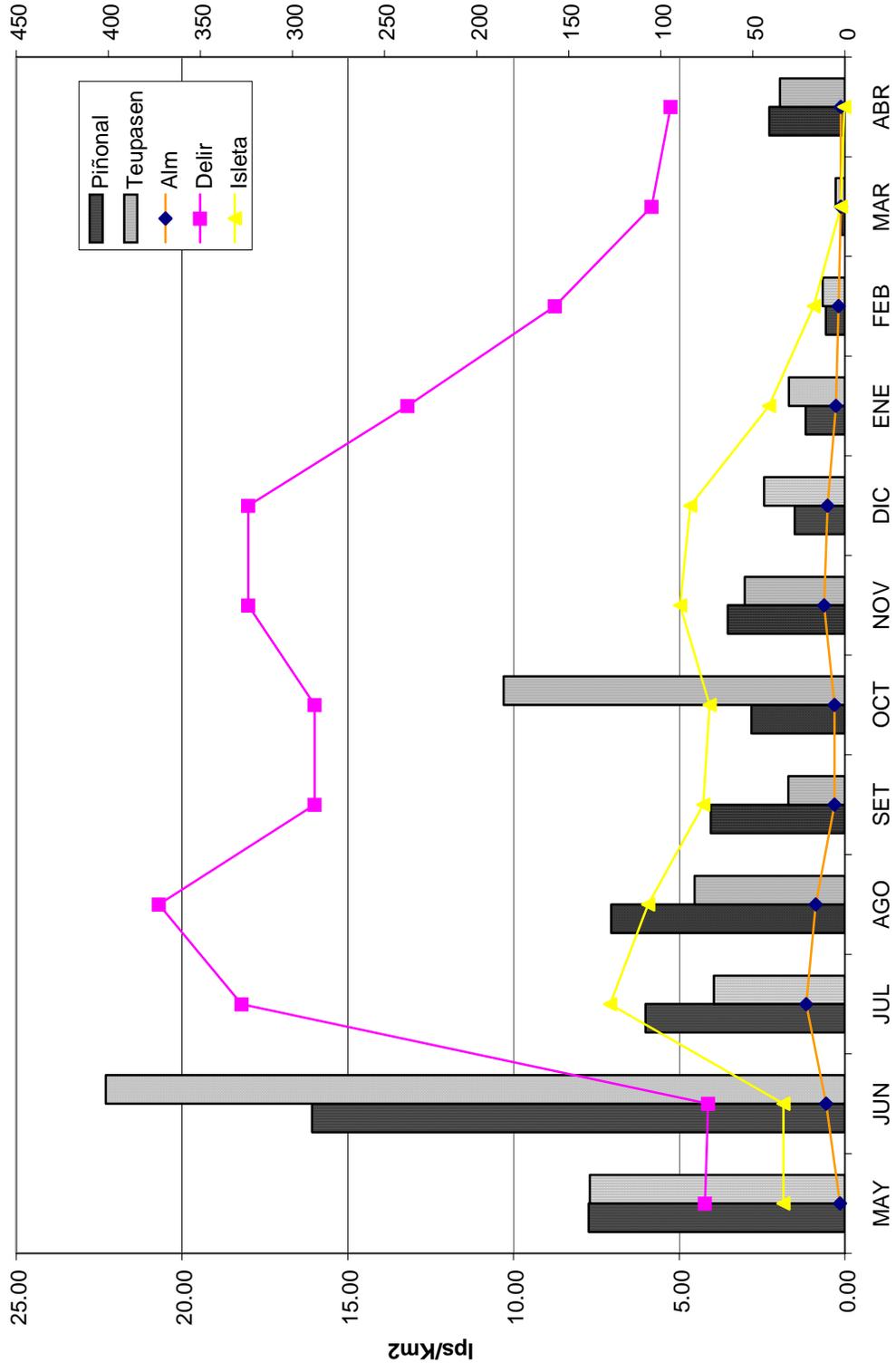
Información Hidroclimática

- A1. Caudales medios y precipitación. Cuenca del río Patuca
- A2. Caudales mínimos y precipitación. Cuenca del río Patuca
- A3. Precipitación máxima, mínima y Media. Teupasen
- A4. Caudales medios anuales. Río Humuya en Comayagua
- A5. Caudales medios y mínimos. Cuenca Humuya
- A6. Cuadro de caudales medio río Humuya en Comayagua
- A7. Evapotranspiración potencial en Playitas.

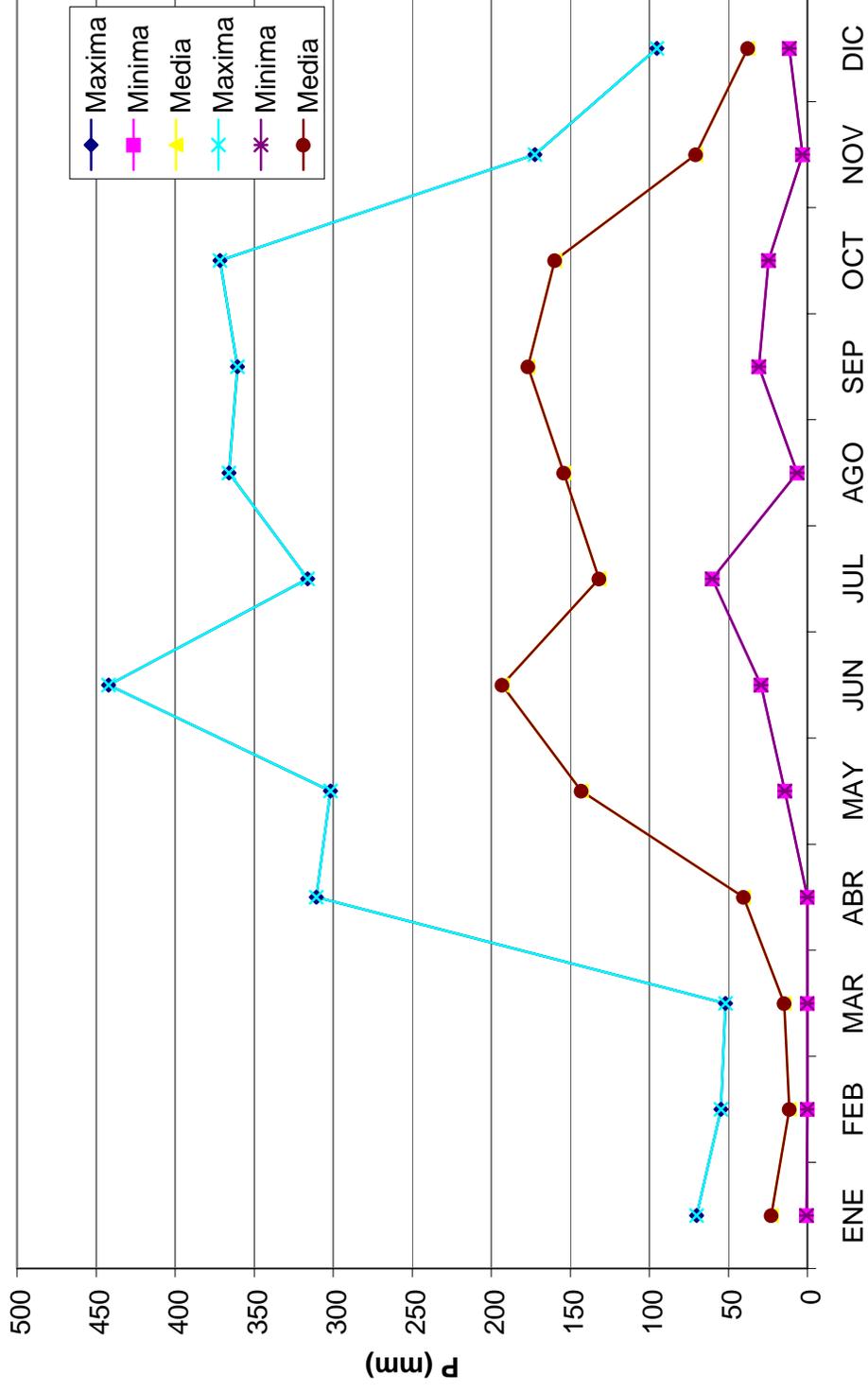
A1. Cuenca Patuca: Caudales medios y precipitación: 1976



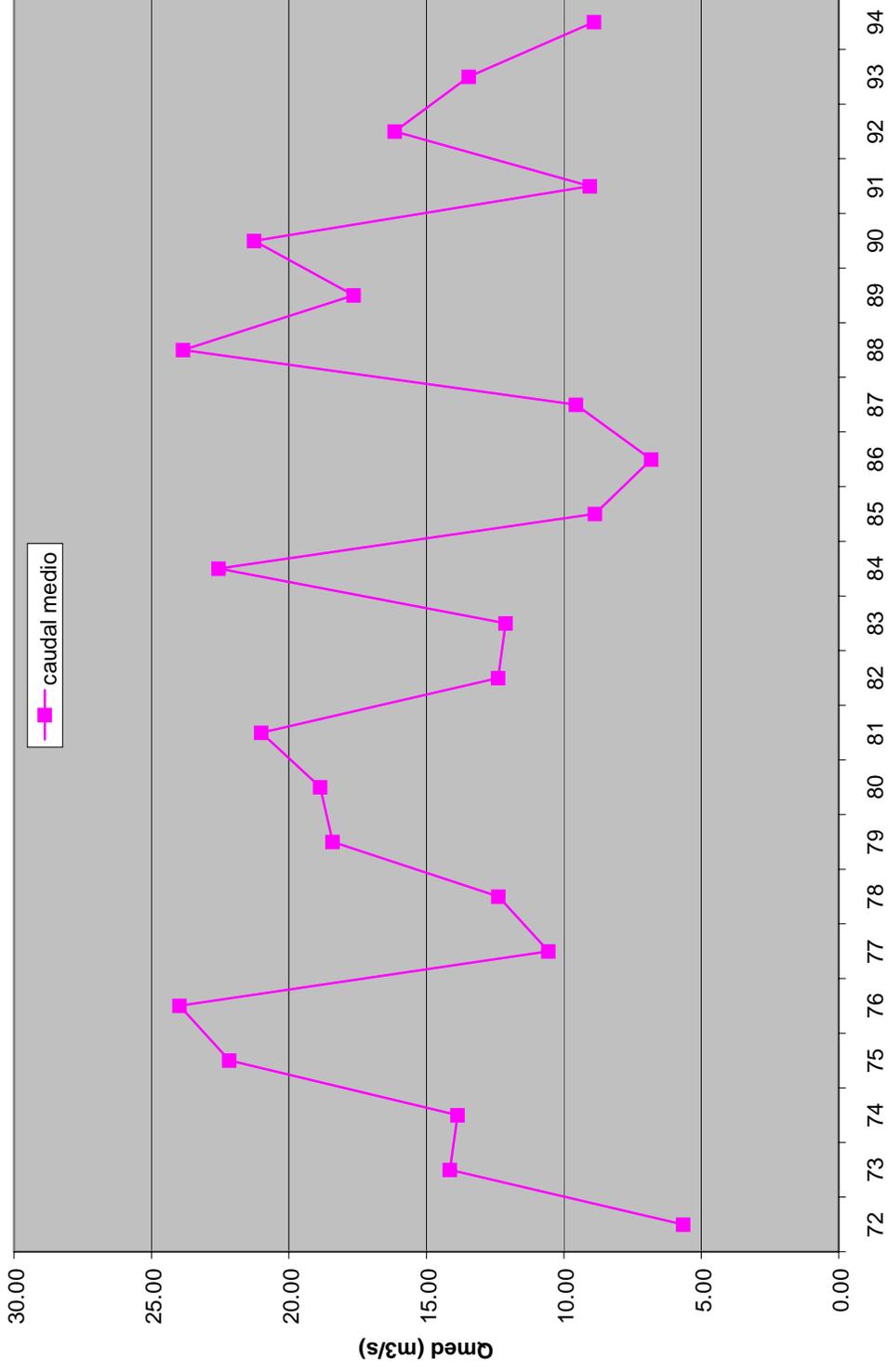
A2.Caudales mínimos y Precipitación



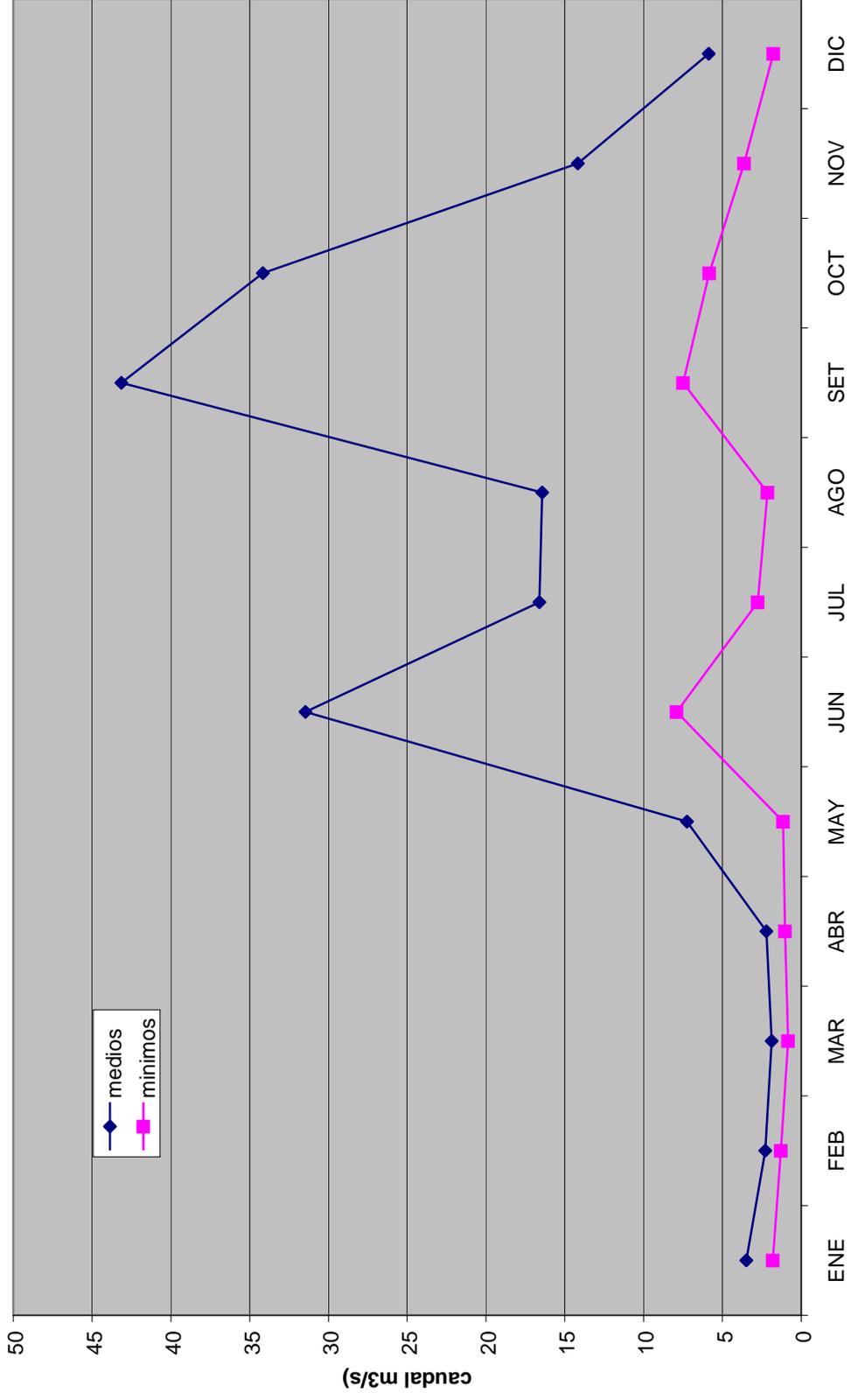
A3. Distribución de la Precipitación: Teupasen



A4. Caudales medios anuales: Humuya en Comayagua



A5. Caudales medios y mínimos:Humuya:1972-1994



A6. Caudales del río Humuya en valle de Comayagua

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED
72	3.45	2.64	1.87	2.61	4.77	13.39	4.31	5.57	10.23	12.19	5.05	1.77	5.66
73	2.31	1.63		1.82	7.68	18.67	12.32	21.66	31.55	42.18	11.98	3.79	14.14
74	1.81	1.29	1.31	1.58	9.58	23.29	16.35	13.15	43.29	38.89	11.22	4.64	13.87
75	3.19	2.43	1.54	1.21	7.77	7.94	4.62	2.93	101.82	54.75	69.11	8.67	22.16
76	4.99	3.44	2.30	4.72	7.09	154.39	25.97	9.67	7.49	48.83	10.23	8.66	23.98
77	4.15	2.90	2.42	2.98	8.58	62.31	6.40	6.13	16.57	5.83	5.68	2.75	10.56
78	3.15	2.83	1.82	2.10	10.89	18.54	21.42	14.45	38.60	23.38	6.85	4.54	12.38
79	2.35	1.62	1.56	6.30	9.09	32.78	37.26	22.43	42.77	48.27	8.65	7.78	18.40
80	3.85	2.11	1.57	2.15	3.46	51.16	22.97	20.65	55.78	39.18	13.06	10.36	18.86
81	5.69	4.57	5.09	2.68	4.11	38.98	26.21	46.44	59.79	41.10	11.19	6.20	21.00
82	4.22	3.03	2.17	2.02	22.66	41.99	11.61	10.54	15.92	23.40	7.23	3.87	12.39
83	2.77	1.51	1.67	2.06	1.15	12.20	13.71	8.37	41.96	37.15	16.66	6.27	12.12
84	4.22	2.46	2.04	1.26	7.16	24.67	30.38	36.39	104.44	38.36	13.94	5.33	22.55
85	3.47	2.61	2.31	1.78	4.25	15.48	7.12	8.22	14.74	25.56	15.92	4.95	8.87
86		2.41	1.68	1.65	2.63	8.67	6.26	6.62	17.73	13.38	9.84	4.14	6.82
87	2.03	1.40	1.02	1.27	2.49	19.76	23.71	18.24	32.82	6.20	3.63	2.08	9.55
88	2.28	2.13	1.57	1.66	2.59	37.22	36.31	53.72	89.37	38.30	12.19	8.80	23.85
89	4.39	3.00	2.13	1.82	8.63	7.91	6.86	32.94	89.10	37.94	11.40	5.63	17.65
90	2.85	1.29	2.02	3.17	17.96	29.39	14.93	12.83	56.72	50.68	48.95	14.39	21.26
91	5.96	2.67	1.85	1.47	5.97	9.80		2.14	8.58	46.60	7.29	7.24	9.05
92	2.54	1.46	1.11	1.38	1.69	41.10	17.96	7.08	67.18	41.08	6.50	4.66	16.15
93	2.75	1.41	1.30	1.03	9.31	44.24	16.08	14.04	26.98	28.58	10.94	4.79	13.46
94	4.15	1.82	0.83	2.06	7.19	9.51	2.76	3.72	18.75	43.79	8.55	3.63	8.90
MED	3.48	2.29	1.87	2.21	7.25	31.45	16.61	16.43	43.14	34.16	14.18	5.87	14.94
MIN	1.81	1.29	0.83	1.03	1.15	7.91	2.76	2.14	7.49	5.83	3.63	1.77	5.66

A7. Balances Hídricos diarios: Playitas. Evapotranspiración potencial: Caña, suelo franco arenoso
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
70	125.2	142.1	175.8	187.2	215.9	162.4	129.9	118.6	100.1	105.9	86.6	76.8
71	102.2	130.5	177	165.6	152.6	128.4	123.8	120.9	99.3	101.3	92.1	78.5
72	113.7	137.3	192.8	182.5	146.6	138	119.5	124.5	134.8	123	99.4	79.2
73	124.5	156.6	197.4	193.4	170.6	159.2	137.5	135.1	130.2	102.6	97.5	70.3
74	111.3	149.1	170.1	199.3	175.4	146.6	140.2	155	122.6	99.5	97.7	79.5
75	120.6	179.7	223.9	234.4	175.5	158.8	173.1	159.9	113.3	109.8	92.5	69.2
76	77.3	127.8	177.1	154.4	127	132.2	128.7	146.9	139.8	87.2	90.3	70.4
77	118.8	151.1	196	175.5	138.9	117.2	138.4	151.3	128.8	121.2	100.7	82.6
78	105.4	150.6	173.1	192.7	162.8	132.8	105.2	119.4	107.1	101.2	96.4	77.3
79	129.4	151.6	179.7	166.2	141.7	114.8	129	128.6	108.8	104.5	103.1	79.7
80	128.3	163.7	171.3	147.7	162.7	118.8	123.4	117.1	101	79.7	70.7	72.4
81	128.4	146.9	185.8	174.5	154.2	107.6	123	116.2	111.8	88.3	81	65.6
82	105.5	126.8	148.6	161.8	124.8	118.7	119.2	133.3	101.4	97.4	84.8	72.9
83	123.8	144.1	200.7	175.4	204	129.6	121.2	136.4	101.3	91.6	86.5	73.5
84	121.9	132.9	168.6	193.7	166.9	130.4	117	124.2	92.9	112.7	99.5	90.3
85	113.8	133.9	168.9	184.7	175.7	138.1	146.1	143	133	106.5	95.5	74.5
86	103.7	158.9	187.8	211.4	135.8	136.6	133.2	137.4	128.7	111.1	103.4	92.7
87	124.6	175.7	194.7	209.4	193.8	157.1	130.4	143.2	126.4	107.6	115.2	92.7
88	124.3	161.6	187.3	191.9	197.4	122.8	132.2	121.8	110.4	89.9	98.7	64.2
89	102.3	126.2	223.1	181.9	168	136.1	158.1	142.6	101.1	99	98.3	69
90	109.6	132.4	163	179.2	154.5	126.4	139.1	125.4	114.2	93.8	70.1	62.6
MEDIA	114.98	146.6429	183.9381	183.9429	164.0381	133.9333	131.819	133.3714	114.619	101.6095	93.33333	75.9
MAXIMA	129.4	179.7	223.9	234.4	215.9	162.4	173.1	159.9	139.8	123	115.2	92.7

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
3.7091	5.237245	5.933487	6.131429	5.291551	4.464444	4.252227	4.302304	3.820635	3.277727	3.111111	2.448387
4.1742	6.417857	7.222581	7.813333	6.964516	5.413333	5.583871	5.158065	4.66	3.967742	3.84	2.990323
3.9416	5.827551	6.578034	6.972381	6.128034	4.938889	4.918049	4.730184	4.240317	3.622734	3.475556	2.719355
0.6083	0.899313	1.015129	1.075985	0.945684	0.762174	0.758958	0.729967	0.65437	0.559064	0.536351	0.419654

Fotografías

- B1. Ejemplo de toma para micro sistemas - San Marcos/Danlí
- B2. Pequeña bomba de gasolina - Choluteca
- B3. Bomba manual - Choluteca
- B4. Tubos para pequeños sistemas - Choluteca.
- B5. Micro sistema - Choluteca
- B6. Micro sistema - Danlí



B2. Pequeña bomba de gasolina - Choluteca



B3. Bomba manual - Choluteca



B4. Tubos para pequeños sistemas - Choluteca



B5. Micro sistema - Cholulteca



B6. Micro sistema - Danlí



Consideraciones sobre el Diseño de Micro Sistemas

Los micro sistemas que se utilicen en el proyecto deberán tener ciertas especificaciones que garanticen un buen funcionamiento, que sean económicos y que sean fáciles de operar.

En este anexo se presentan algunas consideraciones al respecto. Por falta de información, no se puede ampliar la información económica, sin embargo se presentarán algunos criterios económicos que sirvan de guía para el diseño y escogencia de los micro sistemas. Los micro sistemas como se mencionó anteriormente pueden ser considerados como un sistema sencillo o como módulos de un sistema mayor.

A. Módulo de un Micro sistema

Se presenta un módulo de una hectárea de riego por aspersión como un ejemplo de lo que podría ser un micro sistema. En caso de que el módulo real sea mayor, éste módulo servirá de patrón para estimar los costos, tomando en cuenta que por razones de escala, los costos unitarios por hectárea serán menores a medida que el área aumenta. Se ha considerado también el módulo de 1 ha. por el hecho de tener información de costos de módulos de ese tamaño, los cuales servirán de información.

La figura C1 presenta el esquema del módulo, el cual es una ampliación de la figura 5.1. El módulo tiene forma de un cuadrado de 100 metros de lado. La tubería principal divide el área en dos sectores. De esa manera la tubería lateral será de 50 metros con 5 aspersores distanciados 10 metros y con movimientos sobre la de 15 metros. De esa manera resultan 12 posiciones totales. El tiempo d riego es de 3 horas con 4 movimientos por día para un total de 12 horas de riego por día. El sistema requiere de 2 litros por segundo.

En el cuadro C1 se presenta la lista de materiales del sistema con un costo de L. 16.800. Un sistema similar pero con diferente diseño cotizado en Danli es ofrecido por L. 20.000. De la misma manera para riego por goteo el costo es de L. 35.000. Esto indica que un sistema diseñado convenientemente puede representar un ahorro de 15%. Para el caso del goteo, éste es 100% más costoso.

B. Fuente de agua subterránea

El agua subterránea puede ser una buena fuente para el riego, sin embargo, los costos de inversión y OM son mayores. El agua subterránea sólo será viable para aquellos

casos en que los pozos sean de poca profundidad y garanticen un caudal de 2 litros por segundo, para riego de 12 horas.

C. Horas de operación y escalonamiento de la siembra

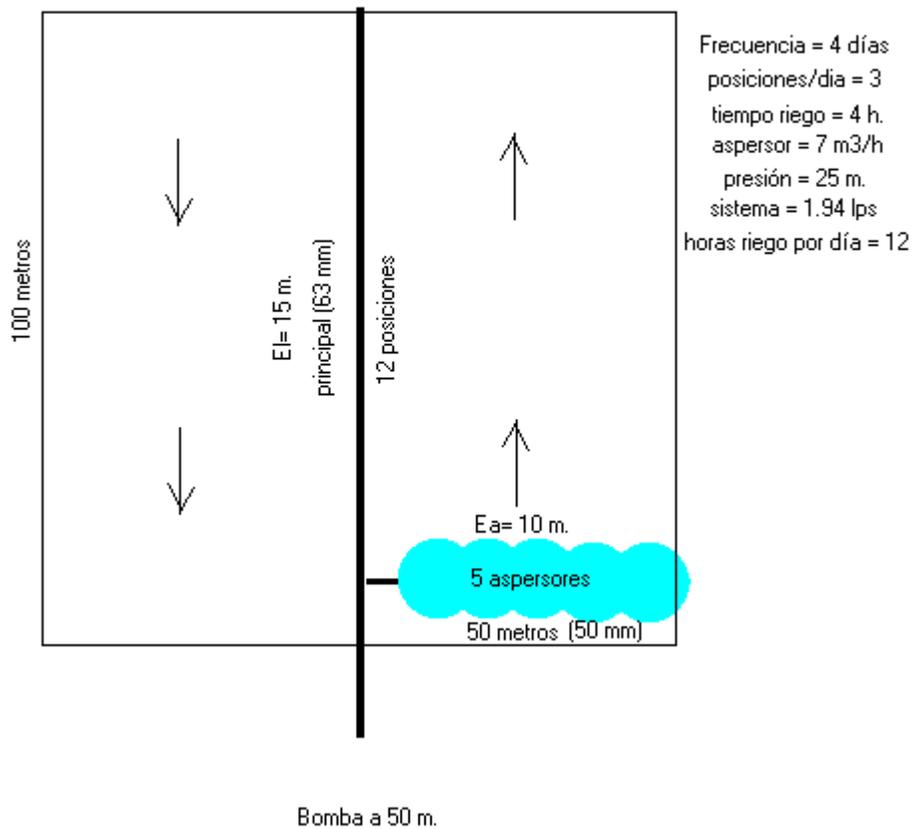
Es importante que los agricultores se acostumbren a operar los sistemas en más de 20 horas a fin de aprovechar los escasos recursos de agua. Los costos de bombeo aumentarán ligeramente, sin embargo los resultados lo compensarán.

El escalonamiento de la siembra permitirá que los picos de uso de agua no coincidan y por consiguiente se podrá regar un área mayor.

D. Costo de energía y riego por gravedad

Como el costo de energía es alto, es posible que haciendo una toma aguas arriba del sitio, se pueda obtener un desnivel suficiente para regar por aspersión o goteo. Por ejemplo para el caso del módulo de riego, el costo de la bomba permitiría comprar una tubería de 12 Km de largo. Con un desnivel de 0.5% en el río, para obtener una carga de 25 metros, se necesitarán 5000 metros de tubería, lo cual es la mitad del costo de la bomba; si a ello le agregamos el ahorro de energía, se podrá concluir que esa alternativa es digna de estudio.

Figura C1. Esquema de Módulo de riego por aspersión para 1 ha.
Suelo franco arenoso y $E_t = 7 \text{ mm/día}$



Descripción	Unidad	Cantidad	p/u	Total
tubos Tuspól 63mm	m	150.00	0.99	148.20
tubos Tuspól 50mm	m	50.00	0.66	33.15
aspersores	un	5.00	5.42	27.10
elevador PVC SDR40-1/2"	un	5.00	2.60	13.00
tapón 63mm	un	1.00	6.08	6.08
tapón 50mm	un	1.00	4.37	4.37
Collarín toma 50 mm*1/2"	un	5.00	1.89	9.43
Collarín toma 63 mm*1y1/2"	un	6.00	2.98	17.85
Enlace recto 63mm	un	4.00	9.70	38.80
Enlace mixto macho 63mm*2"	un	1.00	5.56	5.56
Enlace mixto hembra 50mm*1y1/2"	un	1.00	4.10	4.10
Macho roscado de aluminio 1y1/2"	un	1.00	4.46	4.46
Hembra roscada de aluminio 1y1/2"	un	1.00	5.38	5.38
			US\$	317.48
	15.2 L/US\$		L.	4825.62
Bomba			L.	12000.00
		total	L.	16825.62